مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۴، شماره ۲، سال ۱۳۹۷

تجزیه ژنتیکی صفات زراعی در برخی ژنوتیپ‌های تیپ شرقی توتون با استفاده از تلاقی دی‌آلل

Estimation of Genetic Effect of Agronomic Traits in Some Oriental-Type Tobacco (*Nicotiana tabaccum*) Genotypes Using Diallel Crossing

سمیه داداشی[۱]، رضا درویش‌زاده[۲]، مجتبی نورآئین[۳] و حمید حاتمی ملکی[۴]

۱- کارشناس ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.
۲- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۳ و ۴- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۲۰

چکیده

داداشی، س.، درویش‌زاده، ر.، نورآئین، م.، و حاتمی ملکی، ح. ۱۳۹۷تجزیه ژنتیکی صفات زراعی در برخی ژنوتیپ‌های تیپ شرقی توتون با استفاده از تلاقی دی‌آلل. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۴:** ۲۲۲-۲۰۳. 10.22092/spij.2018.118835

به منظور تجزیه ژنتیکی صفات زراعی شش ژنوتیپ توتون تیپ شرقی، در یک طرح دی‌آلل یکطرفه با یکدیگر در سال ۱۳۹۲ تلاقی داده شدند. در سال ۱۳۹۳ پانزده تلاقی نسل F1 به همراه شش لاین والدینی در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات توتون ارومیه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. تعداد برگ، طول و عرض برگ، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، فاصله میانگره، وزن تر برگ و وزن خشک برگ اندازه‌گیری و با استفاده از روش دوم گریفینگ و مدل اثر مخلوط B مورد تجزیه قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ و وزن تر برگ در سطح احتمال یک درصد و برای صفت وزن خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. ترکیب‌پذیری عمومی ژنوتیپ‌ها برای هر چهار صفت ذکر شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین ترکیب‌پذیری خصوصی برای ارتفاع بوته، تعداد برگ و وزن تر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: ترکیب‌پذیری، پارامترهای ژنتیکی، تعداد برگ، وزن خشک برگ.

نگارنده مسئول: hatamimaleki@yahoo.com تلفن: ۰۴۱۳۷۲۷۹۰۹۹

مقدمه

جـــــــــنس *Nicotiana* از خـــــــــانواده

Solanaceae شامل ۶۴ گونه می‌باشد (El-Morsy *et al.*, 2009) که به صورت بوته ای بزرگ و استوار رشد می کند. توتون (*Nicotiana tobaccum* L.) یکی از محصولات با ارزش کشاورزی و صنعتی است که در شرایط مختلف آب و هوایی در بیش از صد کشور دنیا کشت می‌شود (Nagarajan and Prasadrao, 2004).

توتون از گیاهان زراعی صنعتی است که از لحاظ خصوصیات گیاهشناسی، ژنتیکی، نیازهای زراعی، عمل‌آوری، اجزا متشکله کیفیت و استفاده‌های تجاری تیپ‌های متفاوتی دارد (Darvishzadeh *et al.*, 2009). توتون‌های شرقی یک گروه از واریته‌های آفتاب خشک می‌باشند که از نظر صفاتی از قبیل داشتن برگ‌های کوچک، بافت ظریف، دود ملایم و عطر نافذ از دیگر گروه‌ها مجزا بوده و اجزای اصلی سازنده خرمن سیگارها می‌باشد (Chaplin, 1975).

روش‌های متفاوتی برای مطالعه‌ی اثر ژن‌های کنترل کننده‌ی صفات وجود دارد. یکی از این روش‌ها که توسط آن می‌توان به راحتی و در زمان نسبتاً کوتاه به اطلاعات ژنتیکی دست یافت، روش تلاقی‌های دی‌آلل است. این روش به عنوان یک روش بسیار قوی و کارا به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی نظیر وراثت‌پذیری، نوع عمل ژن‌ها، ترکیب‌پذیری خصوصی و عمومی و تعیین میزان هتروزیس می‌باشد (Hayman, 1954; Griffing, 1956; Johnson, 1973; Baker, 1987).

روش تلاقی دی‌آلل ابتدا توسط اسپراگ و تاتوم (Sprague and Tatum, 1942) گزارش گردید و با ارایه‌ی نظریه جینکز و هیمن (Jinks and Hayman, 1953)، هیمن (Hayman, 1954)، گریفینگ (Griffing, 1956) و نیز متر و جینکز (Mather and Jinks, 1971)، در دهه ۱۹۵۰ میلادی اصول بنیادی آن بیان شد و بعدها توسط کیرسی و پونی (Kearsey and Pooni, 1996) و رایت (Wright, 1985) تکمیل شد که موجب استفاده‌ی گسترده از آن در اصلاح نباتات گردید.

از جمله رایج‌ترین روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌های دی‌آلل، روش‌های گریفینگ می‌باشد که در این روش‌ها تنوع کل داده‌ها به دو بخش شامل جزء ناشی از تفاوت در ترکیب‌پذیری عمومی والدین و جزء ناشی از تفاوت در ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها تقسیم می‌شوند (Griffing, 1956). روش‌های تلاقی دی‌آلل گریفینگ معمولاً برای بدست آوردن اطلاعات ژنتیکی استفاده می‌شوند. علاوه بر این از روش تلاقی لل جهت

بدست آوردن اطلاعات سریع از رفتار ژنتیکی نسل F_1 استفاده می‌شود (Zhang and Kang, 1997).

نتایج تحقیقات مختلف بیانگر وجود تنوع در ژرم‌پلاسم توتون از نظر صفات مختلف می‌باشد. استوجانوا و همکاران (Stojanova *et al*., 1986) در یک طرح دی‌آلل با شش واریته توتون شرقی میزان قند محلول را مورد بررسی قرار داده و نحوه عمل ژن را به صورت غیر افزایشی عنوان کردند. آنها هم‌چنین اثر متقابل غیرآللی و اثر مادری را در کنترل این صفت مهم تشخیص دادند.

صادقی و همکاران (Sadeghi *et al*., 2011) نیز اثر افزایشی را برای تمام صفات مورد بررسی و اثر غیر افزایشی را به جز عملکرد برگ خشک برای بقیه صفات معنی‌دار نشان دادند. مطالعه لندسنتالت و فلانزبوف (Landesntalt and Pflanzebov, 1997) روی نتاج حاصل از یک تلاقی دی‌آلل در توتون به همراه والدینشان در دوسال زراعی و در دو مکان از نظر مقدار نیکوتین و فیبر نشان داد که تنوع ژنتیکی بین فرزندان ناشی از واریانس GCA و SCA × محیط می‌باشد.

چن (Chen, 1972) اثر افزایشی، غالبیت و اپیستازی ژن‌ها در رابطه با توارث عملکرد برگ توتون را نشان داد. زیااوبینگ و همکاران (Xiaobing *et al*., 2005) بیان کردند که اثر متقابل غالبیت × محیط برای صفات قند کل، قند احیا شده، نیتروژن کل و درصد پتاس نقش مهمی دارد. کریشمورتی و مورتی (Krishmurty and Murty, 1993) در یک طرح دی آلل با هشت واریته توتون در چهار محیط نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر میزان نیکوتین اختلاف معنی‌دار ولی بین محیط‌ها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

هنرنژاد و شعاعی دیلمی (Honamejad and Shoai-Deilami, 1997) از طریق ای دی‌آلل و تجزیه‌ی میانگین نسل‌ها صفات کمی و کیفی را مورد بررسی قرار دادند و اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها را در شکل‌گیری صفات مربوطه نشان دادند. همچنین هنرنژاد و شعاعی دیلمی (Honamejad and Shoai-Deilami, 2004) در مورد بررسی اثر ژن‌ها با استفاده از تلاقی‌های دی‌آلل، صفات کمی و کیفی را مورد بررسی قرار داده و اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها را بجز شاخص سطح برگ و درصد ماده خشک در همه موارد نشان دادند. در بررسی‌های مورتی و همکاران (Murthy *et al*., 1988) اثر افزایشی معنی‌دار برای کلیه صفات مورد ارزیابی و اثر غیر افزایشی معنی‌دار برای

صفات عملکرد، تعداد برگ‌های قابل استفاده و زمان گل‌دهی شناسایی و مشخص شد برای صفاتی مانند عملکرد، آلکالوئید کل و ارتفاع بوته اثر افزایشی ژن‌ها نقش بیشتری در کنترل ژنتیکی صفات دارد.

در بررسی‌های لگ و کالینز (Legg and Collins, 1971) نتایج حاکی از وجود هتروزیس برای ارتفاع بوته، طول برگ و عملکرد بود و واریانس افزایشی برای صفات مذکور و هم چنین تعداد و عرض برگ‌ها معنی‌دار ارزیابی شد. بررسی‌های ژنتیکی پاندیا و زیلکی (Pandeya and Zilkey, 1981) و همچنین پاندیا و همکاران (Pandeya *et al.*, 1985) روی واریته‌های توتون گرمخانه‌ای حاکی از توارث‌پذیری عمومی بالا برای صفات آلکالوئید کل و درصد نیتروژن (به ترتیب ۹۴/۲٪ و ۷۳/۸٪) بود.

بنابراین گزینش برای این صفات با تکیه بر اثر افزایشی ژن‌ها می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد. بررسی‌های اوگیلوی و کوزامپلیک (Ogilivie and Kozumplik, 1995) در کانادا نشانگر ترکیب‌پذیری عمومی بالا برای نیکوتین و آلکالوئید کل توتون بود و این محققان وراثت‌پذیری خصوصی بالایی را نیز برای این صفات برآورد کردند. پاتل و همکاران (Patel *et al.*, 1984) ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار را برای ژنوتیپ‌های مورد آزمایش مقدار نیکوتین و قند گزارش نمودند ولی ترکیب‌پذیری خصوصی قابل توجه ای را برای صفات مذکور مشاهده نکردند.

تحقیق حاضر با هدف تعیین اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ارقام مورد آزمایش، جهت تعیین بهترین ترکیب و همچنین برآورد اجزای واریانس ژنتیکی (افزایشی و غالبیت) در این ارقام روی صفات مختلف جهت معرفی روش‌های به‌نژادی مناسب و دستیابی به ویژگی‌های کیفیت مطلوب در فرآورده‌های مختلف و نیز استفاده در برنامه‌های به نژادی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه صفات زراعی و بررسی تنوع ژنتیکی در توتون‌های شرقی، تعداد شش واریته متنوع توتون تیپ شرقی تهیه شده از بانک ژن مرکز تحقیقات تیرتاش شامل B104، OR205، OR209، SPT406، PD328 و IZMIR بصورت دی‌آلل یک طرفه در سال ۱۳۹۲ با یکدیگر تلاقی داده شدند. لازم به ذکر است که ارقام OR گزینش تک بذر در طی نسل‌های مختلف و در مرکز تحقیقات توتون آذربایجان غربی بدست آمده‌اند.

رقم SPT406 جزو ارقام با تجمع کم کلر (عنصر مهم در کیفیت سوختن برگ توتون) در برگ بوده و رقم IZMIR نیز دارای رشد رویشی متفاوتی نظیر ارتفاع کم بوته می‌باشد.

بذور دورگ حاصل از این تلاقی‌ها به همراه والدین مربوطه در سال زراعی ۱۳۹۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات توتون ارومیه کشت گردید. بدین منظور بذور در خزانه با تراکم پنج گرم بر مترمربع کشت و سپس سطح خزانه با لایه‌ی نازکی از کود حیوانی پوسیده پوشیده شد. قبل از انتقال گیاهچه‌ها به زمین اصلی، زمین محل آزمایش شخم و دیسک زده شد تا خاک آن کاملاً نرم شود.

گیاهچه‌ها بعد از رسیدن به ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر، به زمین اصلی انتقال یافتند. با در نظر گرفتن ۱۵ هیبرید و ۶ والد آن‌ها ۲۱ کرت برای هر بلوک و با توجه به سه تکرار در مجموع ۶۳ کرت برای آزمایش در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت و هر یک بطول ۳ متر بودند. کلیه عملیات زراعی مطابق با توصیه‌های مرکز تحقیقات توتون ارومیه در رابطه با کشت و عمل‌آوری توتون‌های شرقی انجام گرفت. آبیاری مزرعه پس از تخلیه ۸۰ درصد رطوبت خاک انجام شد (Salehzadeh *et al.*, 2009). بر خلاف اکثر توتون‌ها که در آن‌ها عمل سرزنی رایج است، در این توتون‌ها این عمل انجام نگرفت. چیدن برگ‌ها در سه نوبت بعد از رسیدگی صنعتی انجام شد و سپس در مقابل آفتاب (ویژه توتون‌های شرقی) خشک گردیدند.

خصوصیات مختلف زراعی شامل ارتفاع ساقه (بر حسب سانتی‌متر از سطح خاک تا ابتدای گل‌آذین)، قطر ساقه (میلی‌متر)، تعداد برگ (شامل تعداد برگ‌های قابل برداشت هر گیاه در مجموع چین‌ها)، طول میانگره، طول برگ (از نوک برگ تا انتهای برگ بر حسب سانتی‌متر در بزرگترین برگ چین دوم) و عرض برگ (پهن‌ترین قسمت برگ بر حسب سانتی‌متر در بزرگترین برگ چین دوم) از طریق انتخاب پنج بوته تصادفی در هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شدند (Kara and Esendal, 1995). وزن تر و وزن خشک برگ کل بوته‌ها در هر واحد آزمایشی با حذف اثر حاشیه (حذف دو ردیف کناری هر کرت) اندازه‌گیری شدند.

در این تحقیق تجزیه دی‌آلل بر اساس روش دوم گریفینگ مدل اثر مخلوط B انجام شد. لازم به ذکر است تجزیه‌های آماری توسط نرم‌افزار آماری SAS و تجزیه دی‌آلل توسط فزار AGD-R انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه (والدین و نتاج F1) از نظر ارتفاع بوته، تعداد برگ و وزن تر برگ در سطح احتمال یک درصد و از نظر صفت وزن خشک برگ در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. نتایج حاصل از ارزیابی صفات بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی است (جدول ۱).

ارتفاع بوته

میانگین ارتفاع بوته برای والدین بین ۸۶/۰۳ تا ۱۴۹/۴۸ سانتی‌متر و برای نتاج حاصل از تلاقی‌ها بین ۱۰۹/۵۸ تا ۱۵۲/۲۱ سانتی‌متر متغیر بود (جدول ۲). ارقام SPT406 و OR205 به ترتیب کمترین و بیشترین ارتفاع بوته را در بین والدین دارا بودند. نتاج حاصل از تلاقی بین ارقام IZMIR و SPT406 کوتاهترین و SPT406 و OR205 بلندترین ارتفاع بوته را داشت. تجزیه‌ی دی‌آلل به روش دوم گریفینگ مدل اثر مخلوط B برای تفکیک اثر افزایشی و غیرافزایشی انجام شد (جدول ۳).

واریانس ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به این که ترکیب‌پذیری عمومی نشان‌دهنده نقش افزایشی و یا ارزش اصلاحی و ترکیب‌پذیری خصوصی نشان دهنده نقش غیر افزایشی ژن‌ها می‌باشد. بنابراین می‌توان ادعا نمود که این صفت توسط اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود.

معنی‌دار بودن نسبت واریانس GCA به SCA دلالت بر این دارد که ارتفاع بوته بیشتر توسط اثر افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود. نسبت بیکر (Baker, 1987) نیز که سهم اثر افزایشی و غیرافزایشی را مشخص می‌نماید برای این صفت برابر با ۰/۷۱ بود و نشان داد که نقش اثر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت بیشتر از اثر غیرافزایشی ژن‌ها است و نشان دهنده ارزش اصلاحی بالای این صفت است.

وراثت‌پذیری خصوصی این صفت نیز برابر با ۰/۴۸ بود که این مقدار نیز سهم بیشتر اثر افزایشی را در کنترل این صفت تایید می‌کند. بررسی‌های هنرنژاد و شعاعی دیلمی (Honarnejad and Shoai-Deilami, 1997) روی ۱۰ واریته توتون نشان داد که اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی ارتفاع بوته نقش داشتند و سهم اثر افزایشی ژن‌ها بیشتر بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس برای برخی خصوصیات ارقام توتون

Table 1. Analysis of variance for some characteristics of tobacco varieties

			MS میانگین مربعات							
S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی Df.	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ Leaf number	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	قطر ساقه Stem diameter	طول میانگره Internodes length	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight
Block	بلوک	2	191.97^{ns}	25.68^{ns}	41.29^{ns}	2.36^{ns}	19.52^{ns}	6.28^{ns}	445585.28^{ns}	32138.24^{ns}
Treat	تیمار	20	902.55**	41.92**	22.05^{ns}	6.27^{ns}	60.39^{ns}	0.61^{ns}	4499963.37**	125789.14*
Error	خطا	40	165.64	9.34	13.79	4.04	41.90	0.36	1443102.06	64907.40
CV. (%)	درصد ضریب تغییرات		9.96	9.79	12.90	13.09	43.24	14.19	15.99	27.23

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: غیرمعنی‌دار.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns: Not- significant.

جدول ۲- میانگین والدین و تلاقی‌ها برای خصوصیات مورد مطالعه
Table 2. Mean of parents and crosses for studied traits

والدین و تلاقی‌ها Parents and Crosses	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد برگ Leaf number	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf weight (cm)	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	طول میانگره (سانتی‌متر) Internodes length (cm)	وزن تر برگ (گرم) Leaf fresh weight (g/plot)	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g/plot)
B104-1	138.6	32.68	27.58	14.49	15.58	4.35	9130.66	1127.33
OR205	149.8	31.13	32.34	17.69	14.12	3.84	7662.66	1004.66
OR209	144.75	39.33	31.84	16.50	33.59	4.20	5589.66	770.66
SPT406	86.03	22.96	29.93	17.12	13.94	5.42	4559.66	481.33
PD328	118.31	34.23	22.72	11.95	11.60	3.42	5816.00	766.33
IZMIR	102.66	33.6	24.25	14.12	14.48	3.60	5501.33	570.66
OR205 × B104-1	141.98	34.36	28.77	15.28	15.21	4.88	7696.00	1134.33
OR209 × B104-1	144.81	33.7	34.38	14.26	14.92	4.45	7584.00	1282.33
SPT406 × B104-1	118.60	29.23	28.35	15.82	13.98	3.75	7534.66	947.66
PD328 × B104-1	140.08	32.88	25.40	14.32	13.01	4.21	7089.66	771.85
IZMIR × B104-1	124.03	32.08	27.93	14.44	15.42	4.13	8788.66	1133.66
OR209 × OR205	142.25	31.90	29.30	14.41	13.16	4.61	7523.66	896.66
SPT406 × OR205	152.21	32.53	31.04	17.29	15.23	4.70	8465.33	882.00
PD328 × OR205	139.18	29.95	30.99	15.94	14.79	4.22	7928.00	1107.00
IZMIR × OR205	122.73	28.31	27.02	13.44	12.12	4.24	7869.33	920.33
SPT406 × OR209	110.85	26.18	27.93	17.00	12.43	4.54	8033.00	879.83
PD328 × OR209	145.35	33.91	28.75	15.71	15.12	3.98	8729.00	871.33
IZMIR × OR209	134.55	29.81	28.80	14.06	12.76	4.25	8211.66	1120.33
PD328 × SPT406	124.08	28.18	30.32	16.80	14.21	4.24	6928.66	709.33
IZMIR × SPT406	109.85	25.46	30.00	15.89	13.28	4.38	8233.33	861.66
IZMIR × PD328	122.41	30.51	26.94	15.03	12.34	3.76	8878.00	1008.66

همچنین هنرنژاد و شعاعی دیلمی (Honamejad and Shoai-Deilami, 2004) در تحقیقی دیگر روی هفت رقم توتون نشان دادند که اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفت نقش داشتند و به سهم بیشتر اثر افزایشی اشاره کردند.

صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 2011) نیز با مطالعه روی پنج ژنوتیپ توتون در قالب یک طرح نیمه دی‌آلل، به وجود اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ارتفاع بوته و همچنین نقش بیشتر اثر افزایشی اشاره کردند. گزارش مورتی و همکاران (Murthy *et al.*, 1988) نیز مؤید نقش اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفت ارتفاع بوته بود. بررسی‌های لگ و کالینز (Legg and Collins, 1971) روی جمعیت‌های توتون تیپ بارلی و ویرجینیا حاکی از وجود هتروزیس برای ارتفاع بوته بود و اظهار کردند واریانس

جدول ۳- تجزیه واریانس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی خصوصیات مختلف در روش دوم گریفینگ مدل اثر مخلوط B

Table 3. Analysis of variance for general and specific combining ability of characteristics using method II of Griffing mixed effect model B

S.O.V. منبع تغییرات	درجه آزادی df.	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ Leaf number	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight
		MS میانگین مربعات			
ترکیب پذیری عمومی General Combining Ability (GCA)	5	2657.91**	110.55**	3460633**	297060**
ترکیب پذیری خصوصی Specific Combining Ability (SCA)	15	317.41**	19.04**	4846407**	68698.78ns
M´e	40	55.21	3.11	481034.02	21635.8
MS_{GCA}/MS_{SCA}		8.37**	5.80**	0.71ns	3.32*
Baker's ratio نسبت بیکر		0.71	0.62	0.14	0.59
h^2_n وراثت پذیری خصوصی		0.48	0.40	0.06	0.23

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیرمعنی‌دار.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

افزایشی نیز برای صفت مذکور معنی‌دار ارزیابی شد.

مقادیر اثر GCA هر یک از والدین و SCA در هر یک از تلاقی‌ها به روش دوم مدل اثر مخلوط B در جدول ۴ ارائه شده است. اثر GCA مثبت و معنی‌دار برای ارتفاع بوته در ارقام OR205، OR209 و B104-1 مبین پتانسیل بالای این ارقام برای افزایش ارتفاع بوته در نتاج و نشان دهنده ظرفیت بالای آنها برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی توتون است تا بتوان گیاهان پا بلند را از بین نتاج حاصل از تلاقی آنها انتخاب نمود.

در بین تلاقی‌های مورد مطالعه تلاقی SPT406 × OR205 دارای SCA مثبت و معنی‌دار، SPT406 دارای GCA منفی و معنی‌دار و OR205 دارای GCA مثبت و معنی‌دار بود. این نتایج می‌تواند تاحدودی به دلیل دخالت اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفت باشد (جدول ۴). در گیاه توتون به ارقامی نیاز است که دارای ارتفاع زیاد باشند (با افزایش ارتفاع، تعداد برگها افزایش خواهد یافت و در توتون عملکرد همان برگ می‌باشد) و با توجه به این که گزینش در مورد صفاتی که دارای واریانس افزایشی قابل ملاحظه‌ای هستند، می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد بنابراین روش‌های اصلاحی مبتنی بر گزینش می‌تواند جهت بهبود این صفت و رسیدن به ارقام پابلندتر مفید باشد.

جدول ۴- ترکیب پذیری عمومی (GCA) برای والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) برای هیبریدها (بالای قطر) برای ارتفاع بوته به روش دوم گریفینگ مدل مخلوط B

Table 4. General (on diameter) and specific (above diameter) combining ability for parents and hybrids for plant height in method II Griffing mixed effect model B

Parent	B104-1	OR205	OR209	SPT406	PD328	IZMIR
B104-1	5.31*	-4.14ns	2.44ns	-1.28ns	5.15ns	0.24ns
OR205		11.64**	-6.45ns	26.002**	-2.07ns	-7.38ns
OR209			7.89**	-11.61ns	7.84ns	8.18ns
SPT406				-14.59**	9.06ns	5.70ns
PD328					0.44ns	3.49ns
IZMIR						-10.60**

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: غیرمعنی‌دار.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

تعداد برگ

تجزیه واریانس برای این صفت نشان داد که بین ارقام تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۱). میانگین تعداد برگ برای والدین بین ۲۲/۹۶ تا ۳۹/۳۳ و برای نتاج حاصل از تلاقی بین ۲۵/۴۶ تا ۳۴/۳۶ متغیر بود. ارقام والدینی SPT406 و OR209 به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد برگ را دارا بودند. همچنین نتاج حاصل از تلاقی بین SPT406 × IZMIR و OR205 × B104 به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد برگ را داشتند (جدول ۲).

میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای این صفت به روش دوم مدل اثر مخلوط B در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و نشان داد که این صفت توسط اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود (جدول ۳). بالا بودن نسبت واریانس GCA به SCA حاکی از سهم بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد. نسبت بیکر (Baker, 1987) هم برای این صفت برابر با ۰/۶۲ بود که نشان‌دهنده ارزش اصلاحی بالای این صفت بود. بالا بودن وراثت‌پذیری خصوصی این صفت (۰/۴۰) نیز تأیید کننده سهم قابل توجه اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت می‌باشد. آزمایشات صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 201)، هنرنژاد و شعاعی دیلمی (Honarnejad and Shoai-Deilami, 2004) و مورتی و همکاران (Murthy *et al.*, 1988) نیز به وجود هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی و همچنین سهم بیشتر اثر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت اشاره دارد که با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد.

بررسی‌های هنرنژاد و شعاعی دیلمی (Honarnejad and Shoai-Deilami, 1997) و لگ و کالینز (Legg and Collins, 1971) نیز سهم بیشتر اثر افزایشی را در کنترل این صفت تأیید می‌کند.

اثر GCA والدین و SCA تلاقی‌ها در جدول ۵ ارائه شده است. ارقام B104 و OR209 دارای GCA مثبت و معنی‌دار بودند، بنابراین این والدین باعث افزایش تعداد برگ در نتاج خود می‌شوند و از آنها می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی استفاده نمود. رقم SPT406 دارای GCA منفی و معنی‌دار بود و قابلیت انتقال تعداد برگ کم را به نتاج خود دارا می‌باشد که در مورد توتون مطلوب نیست زیرا یکی از اهداف به‌نژادی این گیاه رسیدن به تعداد برگ زیاد با عرض و طول بیشتر می‌باشد. معنی‌دار نبودن GCA در بقیه والدین نشان می‌دهد که از لحاظ تعداد برگ این والدین تأثیری بر نتاج نسل بعد خود ندارند.

تلاقی OR205 × SPT406 دارای SCA مثبت و معنی‌دار بود، درحالی‌که GCA برای والدین آن‌ها یعنی SPT406 منفی و معنی‌دار و برای OR205 غیر معنی‌دار بود که می‌تواند ناشی از کنترل ژنتیکی این صفت توسط اثر غیرافزایشی ژن‌ها در این رقم باشد. با توجه به وراثت‌پذیری بالا و همچنین کنترل ژنتیکی تعداد برگ توسط سهم بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها می‌توان از روش گزینش در برنامه‌های به‌نژادی توتون بهره برد.

وزن تر برگ

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از تفاوت معنی‌دار بین ارقام در سطح احتمال یک درصد برای وزن تر برگ در کرت بود (جدول ۱). تغییرات ژنتیکی موجود بین ارقام را می‌توان به دو جزء واریانس افزایشی و غیرافزایشی تفکیک نمود.

میانگین وزن تر برگ والدین بین ۴۵۵۹/۶۶ تا ۹۱۳۰/۶۶ گرم در کرت و میانگین آن در نتاج حاصل از تلاقی‌ها بین ۶۹۲۸/۶۶ تا ۸۸۷۸ گرم در کرت متغیر بود. کمترین و بیشترین وزن تر برگ در میان والدین مربوط به ارقام SPT406 و B104 بود. نتاج حاصل از تلاقی PD328 × SPT406 کمترین و IZMIR × PD328 بیشترین وزن تر برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

واریانس ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای وزن تر برگ در کرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌ار بود (جدول ۳). بنابراین می‌توان اظهار داشت که این صفت توسط اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود. غیر معنی‌دار بودن نسبت واریانس GCA به SCA دلالت بر این دارد که سهم

جدول ۵- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) برای هیبریدها (بالای قطر) برای صفت تعداد برگ به روش دوم گریفینگ مدل اثر مخلوط B

Table 5. General (on diameter) and specific (above diameter) combining ability of parents and hybrids for leaf number in method II Griffing mixed effect model B

Parent	B104-1	OR205	OR209	SPT406	PD328	IZMIR
B104-1	1.81^{**}	1.23^{ns}	-1.29^{ns}	0.07^{ns}	-0.82^{ns}	-0.31^{ns}
OR205		0.09^{ns}	-1.37^{ns}	5.09^{**}	-2.03^{ns}	-2.35^{ns}
OR209			1.59^{**}	-3.11^{ns}	0.07^{ns}	-2.71^{ns}
SPT406				-3.88^{**}	0.17^{ns}	-1.23^{ns}
PD328					0.66^{ns}	-0.72^{ns}
IZMIR						-0.64^{ns}

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیرمعنی‌دار.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

اثـر غیرافزایشـی در کنتـرل ژنتیکـی ایـن صـفت بیشـتر بـود. نسـبت بیکـر محاسـبه شـده بـرای ایـن صـفت نیـز برابـر بـا ۰/۱۴ بـود و مقـدار کـم ایـن نسبت نیـز نشـان مـی‌دهـد کـه اثـر غیـر افزایشـی ژن‌هـا در کنتـرل ایـن صـفت سهم بیشتری دارد.

وراثـت‌پـذیری خصوصـی بـرای وزن تـر بـرگ در کـرت برابـر بـا ۰/۰۶ بـود کـه پـایین بـودن ایـن مقـدار نیـز سـهم بیشـتر اثـر غیـر افزایشی ژن‌هـا را در کنتـرل ایـن صـفت تاییـد مـی‌کننـد. هنرنـژاد و شـعاعی دیلمـی (Honamejad and Shoai-Deilami, 1997) بـا بررسـی ۱۰ واریتـه توتـون در قالـب یـک طـرح نیمـه دی‌آلـل نشـان دادنـد کـه واریـانس GCA در سـطح احتمـال یـک درصـد مثبـت و معنـی‌دار و SCA بـرای صـفت عملکـرد وزن تـر غیـر معنـی‌دار بـود و نتیجـه‌گیـری نمودنـد کـه صـفت مـورد بررسـی توسـط اثـر افزایشـی ژن‌ها کنترل مـی‌شـود کـه بـا نتـایج ایـن تحقیـق مغایرت دارد.

اثـر GCA والـدین و SCA تلاقـی‌هـا بـرای ایـن وزن تـر بـرگ در کـرت نشـان داد کـه GCA در رقـم B104 مثبـت و معنـی‌دار بـود (جـدول ۳). اثـر GCA مثبـت و معنـی‌دار بـرای ایـن والـد دلالـت بـر اسـتفاده از آن در برنامـه‌هـای بـه‌نـژادی جهـت رسـیدن بـه لایـن‌هـای بـا عملکـرد بـرگ سـبز بـالا دارد. تلاقـی‌هـای PD328 × OR209، PD328 × IZMIR، SPT406 × OR209 و OR205 × SPT406 نیـز دارای SCA مثبـت و معنـی‌دار بودنـد کـه ایـن موضـوع بیـانگر سـهم بیشـتر کنتـرل ژنتیکـی ایـن صـفت توسـط اثـر غیـر افزایشـی ژن‌هـا بـود (جـدول ۶).

جدول ۶- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت وزن تر برگ به روش دوم گریفینگ مدل اثر مخلوط B

Table 6. General (on diameter) and specific (above biameter) combining ability of parents and hybrids for leaf fresh weight in method II Griffing mixed effect model B

Parent	B104-1	OR205	OR209	SPT406	PD328	IZMIR
B104-1	546.25*	-640.21ns	-308.83ns	10.11ns	-793.75ns	680.45ns
OR205		227.91ns	-100.83ns	1209.11*	312.91ns	29.45ns
OR209			-165.45ns	1220.16*	1557.28*	815.16ns
SPT406				-533.75*	125.24ns	1205.11*
PD328					-174.87ns	1490.91*
IZMIR						49.91ns

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیرمعنی‌دار.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

مقادیر هتروزیس بر اساس میانگین والدین بین ۰/۰۸- تا ۰/۶۳ متغیر بود (جدول ۷). بیشترین هتروزیس مثبت برای وزن تر برگ مربوط به تلاقی‌های IZMIR × SPT406، SPT406 × OR209، PD328 × IZMIR و PD328 × OR209 به ترتیب با مقادیر ۰/۶۳، ۰/۵۸، ۰/۵۶ و ۰/۵۳ بود. بنابراین می‌توان از این تلاقی‌ها در برنامه‌های به‌نژادی جهت رسیدن به ارقام دارای وزن تر برگ بالا بهره برد. دامنه هتروزیس نسبت به والد برتر برای صفت وزن تر برگ بین ۰/۲۲- تا ۰/۵۲ متغیر بود (جدول ۸). بیشترین هتروزیس مثبت برای این صفت را تلاقی‌های IZMIR × PD328، PD328 × OR209، IZMIR × SPT406 و OR209 × IZMIR به ترتیب با مقادیر ۰/۵۲، ۰/۵۰، ۰/۴۱ و ۰/۴۱ دارا بودند. بنابراین می‌توان از این تلاقی‌ها در برنامه‌های به‌نژادی بهره برد.

با توجه به نتایج حاصل برای صفت وزن تر برگ می‌توان نتیجه‌گیری نمود که سهم بیشتر اثر غیر افزایشی ژن‌ها، پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی و نزدیک بودن نسبت بیکر (Baker, 1987) به صفر برای این صفت، از روش‌های گزینش نمی توان بطور موفقیت‌آمیزی در به‌نژادی توتون برای بهبود آن استفاده نمود. بنابراین با توجه به اهمیت اقتصادی این خصوصیت در گیاه توتون، بنظرمی‌رسد در کنار روش‌های گزینشی باید از تکنیک دورگ گیری و بهره‌گیری از پدیده هتروزیس نیز استفاده نمود.

وزن خشک برگ

تجزیه واریانس داده‌ها برای وزن خشک برگ نشان داد که تفاوت بین ارقام برای این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). میانگین

جدول ۷- مقادیر هتروزیس تلاقی ها بر اساس میانگین والدین برای وزن تر برگ
Table 7. Heterosis of crosses based parents mean for leaf fresh weight

Parent	B104-1	OR205	OR209	SPT406	PD328	IZMIR
B104-1	546.25*	-640.21ns	-308.83ns	10.11ns	-793.75ns	680.45ns
OR205		227.91ns	-100.83ns	1209.11*	312.91ns	29.45ns
OR209			-165.45ns	1220.16*	1557.28*	815.16ns
SPT406				-533.75*	125.24ns	1205.11*
PD328					-174.87ns	1490.91*
IZMIR						49.91ns

جدول ۸- مقادیر هتروزیس بر اساس والد برتر برای وزن تر برگ
Table 8. Heterosis based on superior parent for leaf fresh weight

Parent	B104-1	OR205	OR209	SPT406	PD328
OR205	-0.15				
OR209	-0.16	-0.01			
SPT406	-0.17	0.10	0.38		
PD328	-0.22	0.03	0.50	0.19	
IZMIR	-0.03	0.02	0.41	0.41	0.52

وزن خشک برگ والدین بین ۵۷۰/۶۷ تا ۱۱۲۷/۳۳ گرم در کرت و میانگین نتاج حاصل از تلاقی‌ها بین ۷۰۹/۳۳ تا ۱۲۸۲/۳۳ گرم در کرت بود (جدول ۲). کمترین و بیشترین وزن خشک برگ به ترتیب مربوط به والدین IZMIR و B104 بود. همچنین نتاج حاصل از تلاقی SPT406 × PD328 کمترین و نتایج تلاقی B104 × OR209 بیشترین وزن خشک برگ را در بین دیگر تلاقی‌ها دارا بودند (جدول ۲).

میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای وزن خشک برگ غیر معنی‌دار ولی میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) در سطح یک درصد معنی‌دار بود بود (جدول ۳) و نشان داد که سهم اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفت بیشتر بود. معنی‌داری و بالا بودن نسبت واریانس GCA به SCA نیز حاکی از سهم بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت بود. همچنین با استفاده از ضریب بیکر (Baker, 1987) و وراثت‌پذیری خصوصی که برای این صفت به ترتیب برابر با ۰/۵۹ و ۰/۲۳ بود می‌توان چنین استنباط نمود که سهم اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفت بیشتر بود. بنابراین گزینش در مورد این صفت که دارای واریانس افزایشی بیشتری است، می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد.

بررسی‌های هنرنژاد و شعاعی دیلمی (Honarnejad and Shoai-Deilami, 1997)

روی ۱۰ واریته توتون در قالب یک طرح نیمه دی‌آلل حاکی از کنترل این صفت توسط اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها بود. همچنین هنرنژاد و شعاعی دیلمی (Honamejad and Shoai-Deilami, 2004) در تحقیقی دیگر که روی هفت واریته توتون در قالب یک طرح نیمه دی‌آلل نیز به وجود هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفت اشاره کردند.

صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 2011) با مطالعه بر روی پنج ژنوتیپ توتون در قالب یک طرح نیمه دی‌آلل اثر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت مؤثر گزارش کردند. آزمایشات رائو (Rao, 1989) نیز نشان‌دهنده اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفت بود. درحالیکه بررسی‌های چن (Chen, 1972) به وجود وارثت‌پذیری پائین صفت عملکرد بعلت سهم عمده واریانس غالبیت ژن‌ها اشاره می‌کند که با نتایج این تحقیق در یک راستا قرار نداشت و این موضوع می‌تواند ناشی از عدم تکرار این آزمایش در محیط‌ها و سال‌های مختلف باشد.

اثر GCA والدین و SCA تلاقی‌ها به روش دوم مدل اثر مخلوط B نشان داد که رقم B104-1 دارای اثر GCA مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۹). GCA مثبت و معنی‌دار این والد به معنی قابلیت انتقال افزایش عملکرد به نتاج خود توسط این رقم می‌باشد. بنابراین این رقم پتانسیل استفاده در برنامه‌های به نژادی برای بهبود این صفت را دارا است. رقم SPT406 دارای GCA منفی و معنی‌دار بود و مشخص می‌کند که این والد پتانسیل انتقال کاهش عملکرد به نتاج خود را دارا می‌باشد و بنابراین برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی مطلوب نیست.

کلیه تلاقی‌ها دارای SCA غیر معنی‌دار بودند و این می‌تواند به دلیل کنترل ژنتیکی این صفت توسط اثر افزایشی ژن‌ها بوده و نشان می‌دهد که اثر غیر افزایشی ژن‌ها (غالبیت و اپیستازی) نقشی کمرنگ در شکل‌گیری این صفت داشتند.

دامنه هتروزیس بر اساس میانگین والدین برای صفت وزن خشک برگ بین ۰/۰۱ تا ۰/۶۷ متغیر بود (جدول ۱۰). تلاقی OR209 × IZMIR با مقدار ۰/۶۷ درصد بالاترین هتروزیس مثبت را در بین تلاقی‌ها دارا بود. بنابراین از ارقام مذکور می‌توان در برنامه‌های دورگ گیری برای افزایش عملکرد بهره برد. هتروزیس نسبت به والد برتر بین ۰/۱۵- تا ۰/۴۵ متغیر بود (جدول ۱۱). تلاقی‌های OR209 × IZMIR و PD328 × IZMIR با مقادیر ۰/۴۵ و ۰/۳۱ بیشترین مقدار هتروزیس مثبت را داشتند. بنابراین از این تلاقی‌ها و گزینش نتاج حاصل

جدول ۹- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت وزن خشک برگ به روش دوم مدل مخلوط B

Table 9. General (on diameter) and specific (above diameter) combining ability of parents and hybrids for leaf dry weight in method II Griffing's mixed effect model B

Parent	B104-1	OR205	OR209	SPT406	PD328	IZMIR
B104-1	173.49^{**}	-24.93^{ns}	167.79^{ns}	1.71^{ns}	97.94^{ns}	69.85^{ns}
OR205		49.24^{ns}	-93.62^{ns}	60.29^{ns}	138.19^{ns}	-19.22^{ns}
OR209			4.51^{ns}	102.85^{ns}	-52.74^{ns}	225.50^{ns}
SPT406				-164.06^{**}	-46.16^{ns}	135.41^{ns}
PD328					-16.96^{ns}	135.31^{ns}
IZMIR						-46.21^{ns}

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: غیرمعنی‌دار.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

جدول ۱۰- مقادیر هتروزیس تلاقی ها بر اساس میانگین والدین برای صفت وزن خشک برگ

Table 10. Heterosis of crosses based parents mean for leaf dry weight

Parent	B104-1	OR205	OR209	SPT406	PD328
OR205	0.06				
OR209	0.35	0.01			
SPT406	0.17	0.18	0.40		
PD328	0.25	0.25	0.13	0.13	
IZMIR	0.33	0.16	0.67	0.63	0.50

از این تلاقی‌ها در نسل‌های پیشرفته‌تر می‌توان جهت رسیدن به ارقام با عملکرد بیشتر بهره برد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها (والدین و نتاج حاصل از تلاقی آنها) می‌باشد. واریانس GCA برای چهار صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود که حاکی از کنترل ژنتیکی این صفات توسط اثر افزایشی ژن‌ها بود. همچنین واریانس SCA نیز برای سه صفت معنی دار شد که نشان دهنده کنترل ژنتیکی این صفات توسط اثر غیر افزایشی ژن ها بود.

نسبت میانگین مربعات GCA به SCA نشان داد که سهم اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ و وزن خشک برگ بیشتر از سهم اثر غیرافزایشی ژن‌ها بود. بنابراین می‌توان از طریق گزینش لاین‌ها برای چنین صفاتی به بهبود جمعیت دست یافت.

نسبت میانگین مربعات GCA به SCA برای صفت وزن تر برگ نشان داد که سهم اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این

جدول ۱۱- مقادیر هتروزیس بر اساس والد برتر برای صفت وزن خشک برگ
Table 11. Heterosis based on superior parent for leaf dry weight

Parent	B104-1	OR205	OR209	SPT406	PD328
OR205	0.006				
OR209	0.13	-0.10			
SPT406	-0.15	-0.12	0.14		
PD328	0.05	0.10	0.13	-0.07	
IZMIR	0.005	-0.08	0.45	0.12	0.31

صفت بیشتر از سهم اثر افزایشی ژن‌ها بود. بنابراین با توجه به وراثت‌پذیری پایین این صفت (جدول ۳) شانس یک انتخاب موفق‌آمیز کاهش می‌یابد، زیرا بازدهی انتخاب برای این صفت بیشتر متکی به هتروزیس در نسل اول می‌باشد و در رابطه با تولید ارقام هیبرید نسل اول می‌توانند حایز اهمیت باشند بدون اینکه شانس زیادی برای تثبیت آنها وجود داشته باشد. بنابراین بهتر است که تمرکز گزینش‌ها بر روی صفات دیگر باشد و برای این صفات هیبریدی را تولید کرد که قوی‌تر از والدین باشند.

References

Baker, R. J. 1987. Issues in diallel analysis. Crop Sicence 18: 533-536.

Chaplin, J. F. 1975. Genetic influence on chemical constituents of tobacco leaf and smoke. Beiträge Zur Tabakforschung / Contributions to Tobacco Research 8: 233-240.

Chen, S. Y. 1972. Genetic studies of leaf yield and nicotine content in *Nicotiana tabacum* L. Crop Science 8: 124-132.

Darvishzadeh, R., Bernousi, I., Poormohammad Kiani, S., Dechamp-Guillaume, G., and Sarrafi, A. 2009. Use of GGE biplot methodology and Griffing's diallel method for genetic analysis of partial resistance to phoma black stem disease in sunflower. Acta Agriculture Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science 59: 485-490.

El-Morsy, Sh. I., Dorra, M. D. M., Elham, A. A. E., Atef, A. A. H., and Ahmed, Y. M. 2009. Comparative studies on diploid and tetraploid levels of *Nicotiana alata*. Academic Journal of Plant Sciences 2: 182-188.

Griffing, B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10: 31-50.

Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel crosses. Biometrics 10: 235-244.

Honarnejad, R., and Shoai-Deilami, M. 1997. Gene effects and combining ability of some quantitative and qualitative characteristics of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Iranian Journal of Agricultural Science 28: 121-145. (in Persian).

Honarnejad, R., and Shoai-Deilami, M. 2004. Gene effects, combining ability and correlation of characteristics in F2 populations of burley tobacco cultivars (*Nicotiana tabacum* L.). Journal of Water and Soil Science 8: 135-148. (in Persian).

Jinks, J. L., and Hayman, B. I. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genetics Crop Newsletter 27: 48-54.

Johnson, G. R. 1973. Diallel analysis of leaf area heterosis and relationships to yield in maize. Crop Science 13: 178-180.

Kara, S. M., and Esendal, E. 1995. Heterosis and combining ability analysis of some quantitative characters in Turkish tobacco. Tobacco Research 21: 16-22.

Kearsey, M. J., and Pooni, H. S. 1996. Genetical Analysis of Quantitative Traits. Chapman and Hall Press, United Kingdom, London. 394 pp.

Krishmurty, A. S., and Murty, N. C. 1993. Study of FCV tobacco varieties for their nicotine content. Tobacco Research 19: 82-86.

Landesntalt, F., and Pflanzebov, F. 1997. Estimation of quantitative genetic parameters in a breeding population of flue – cured tobacco. Tobacco Science 2: 270-278.

Legg, P. D., and Collins, G. B. 1971. Genetic parameters in burley populations of *Nicotiana tabacum* L. I. 'Ky 10' × 'Burley 21'1. Crop Science 11: 365-367.

Mather, K., and Jinks, J. L. 1971. Biometrical genetics. Second edition. Chapman and Hall, United Kingdom, London. 382 pp.

Mitreski, M., and Aleksoka, K. 1997. Regression analysis for inheritance of the more important chemical components in some varieties of tobacco and their diallel crosses.

CORESTA Meeting, Agronomy/Phytopathology, Montreux, POST21, Tobacco Institute, Prilep, Macedonia.

Murthy, A. S. K., Gopalachari, N. C. C.V., Rao, C. V., and Rao, V. V. R. 1988. Combining ability in crosses involving flue-cured and non-flue-cured tobacco varieties. Tobacco Research 14: 7-15.

Nagarajan, K., and Prasad, J. A. V. 2004. Textbook of Field Crops Production. Indian Council of Agricultural Research, Pusa, New Delhi, India. 821 pp.

Ogilivie, L. S., and Kozumplik, V. F. 1995. Genetic analysis of quantitative characters in cigar and pipe tobacco. Tobacco Science 22: 73-82.

Pandeya, R. S., and Zilkey, B. F. 1981. Diallel genetic analysis of leaf and smoke characteristics in flue-cured tobacco. Tobacco Chemical Research Conference 35: 6-15.

Pandeya, R. S., Dirks, V. A., Poushinsky, G., and Zilkey, B. F. 1985. Quantitative genetic studies in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Canadian Journal of Genetics and Cytology 27: 92-100.

Patel, Y. N., Patel, G. J., and Jaisani, B. G. 1984. Combining ability for nicotine and sugar among the parents of FCV x non FCV crosses. Tobacco Research 10: 64-67.

Rao, G. S. B. 1989. Heterosis and combining ability studies in inter-varietal crosses of chewing Tabacco (*Nicotiana tabacum* L.). The Madras Agricultural Journal 76: 617-620.

Sadeghi, S. A., Samizadeh, H., Javeed, F., and Fatehi, F. 2011. Interaction effects of general combining ability and specific combining ability with environment in Virginia tobacco genotypes. Iranian Journal of Field Crop Science 42: 519-526. (in Persian).

Salehzadeh, H., Fayyaz Mogaddam, A., Bernosi, I., Ghiyasi, M., and Amini, P. 2009. The effect of irrigation regimes on yield and chemical quality of oriental tobacco in West Azerbaijan. Research Journal of Biological Science 4: 632-636.

Sprague, G. F., and Tatum, L. A. 1942. General versus specific combining ability in single crosses of corn. Agronomy Journal 34: 923-932.

Stojanova, M., Nikolov, S., and Molle, E. 1986. The inheritance of water soluble sugar content in some oriental tobacco cultivars. Genetika i Selektsiya 19: 15-22

Wright, A. J. 1985. Diallel designs, analyses and reference populations. Heredity 54: 307-311.

Xiaobing, G., Zhu, J., Lu, X. P., Li, Y. P. and Bai, Y. F. 2005. Genetic analysis for chemical constituents in flue-cured tobacco (*Nicotiano tabacum* L.). Acta Agronomica Sinica 31: 1557-1561.

Zhang, Y., and Kang, M. S. 1997. DIALLEL-SAS: a SAS program for Griffing's diallel analyses. Agronomy Journal 89: 176-182.